

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2000-221350**

(43)Date of publication of application : **11.08.2000**

(51)Int.Cl. G02B 6/122
H04B 10/28
H04B 10/02

(21)Application number : **11-026365** (71)Applicant : **FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE**

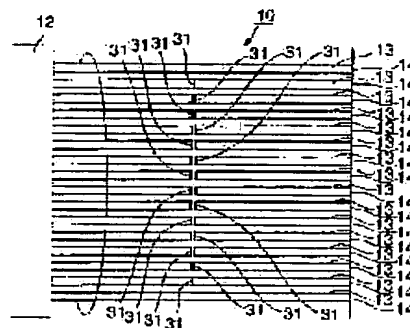
(22)Date of filing : **03.02.1999** (72)Inventor : **SAITO TSUNEAKI
NAKAJIMA TAKESHI
TANAKA KANJI**

(54) OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make inexpensively an optical waveguide device making insertion loss deviation between emission ports optional, e.g. reducing the insertion loss deviation between respective ports without increasing the size of the whole module.

SOLUTION: This device is the optical waveguide device provided with at least two pieces of incident waveguides or at least two pieces of emission waveguides 13 on a substrate 1, and gaps 31 causing a light transmission loss are provided in optional waveguides of respective incident waveguides or respective emission waveguides 13, and by controlling the size of the gaps 31, the different transmission losses are imparted to respective emission waveguides 31, and the deviation of the transmission light intensity is reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-221350

(P2000-221350A)

(43)公開日 平成12年8月11日(2000.8.11)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 6/122

G 0 2 B 6/12

D 2 H 0 4 7

H 0 4 B 10/28

H 0 4 B 9/00

W 5 K 0 0 2

10/02

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平11-26365

(22)出願日

平成11年2月3日(1999.2.3)

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 斎藤 恒聡

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72)発明者 中島 毅

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74)代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

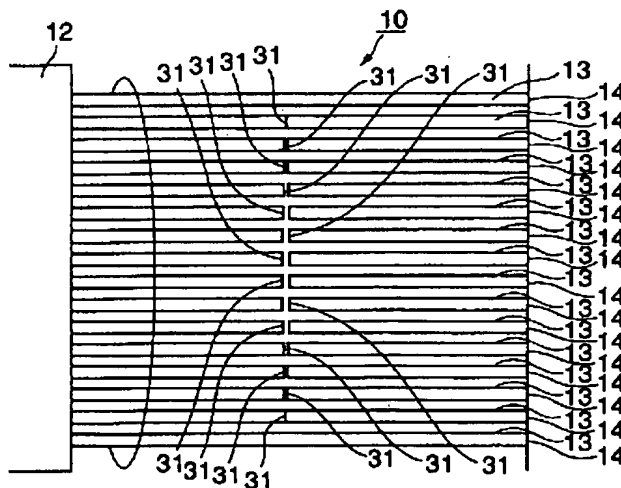
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光導波路デバイス

(57)【要約】

【課題】 出射ポート間の挿入損失の偏差を任意に、例えば、各ポート間の挿入損失偏差が小さい光導波路デバイスをモジュール全体のサイズを増大させることなく、低コストに作成する。

【解決手段】 基板1上に少なくとも2本以上の入射導波路11又は少なくとも2本以上の出射導波路13を有した光導波路デバイスであって、前記それぞれの入射導波路11又は前記それぞれの出射導波路13の任意の導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造31を設け、前記機能構造により導波路を通過する光の透過率を減少させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に少なくとも 2 本以上の入射導波路又は少なくとも 2 本以上の出射導波路を有した光導波路デバイスであって、前記それぞれの入射導波路又は前記それぞれの出射導波路の任意の導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造を設け、前記機能構造により導波路を通過する光の透過率を減少させたことを特徴とする光導波路デバイス。

【請求項 2】 基板上に少なくとも 2 本以上の入射導波路又は少なくとも 2 本以上の出射導波路を有し、前記それぞれの入射導波路又は前記それぞれの出射導波路を通過する光の透過率に偏差がある光導波路デバイスであって、前記それぞれの入射導波路又は前記それぞれの出射導波路の任意の導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造を設け、前記機能構造により導波路を通過する光の透過率を変化させて、前記それぞれの入射導波路又は前記それぞれの出射導波路を通過する光の透過率の偏差を低減させたことを特徴とする光導波路デバイス。

【請求項 3】 導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造は、導波路を構成するコア中に設けられた所定間隔のギャップ、導波路を構成するコアに設けられた所定長さの狭細導波路、導波路を構成するコアに設けられた欠陥、導波路を構成するコアに設けられた段差、導波路を構成するコアに設けられた凹部、導波路を構成するコアに設けられた凸部、導波路を構成するコアに設けられた所定曲率の曲がり部、導波路を構成するコアに設けられた Y 分岐、導波路を構成するコアに設けられた方向性結合器、導波路を構成するコアに設けられた他の導波路との交差部、導波路を構成するコアに設けられた光を吸収する物質の添加部、導波路を構成するコアに設けられた屈折率の変化部、導波路を構成するクラッドに設けられた屈折率の変化部のいずれか一つ又はそれらの組合せであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の光導波路デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信等に使用される光分岐器や、波長合分波器等として使用される基板上に導波路が設けられた光導波路デバイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、光通信の分野では低コスト化、高集積化の点から複数の光導波路をシリコン又は石英ウェハ等の基板上に配置した光導波路 (PLC -Planer Light-wave circuit) の実用化が進んでいる。この光通信においては、一つの通信光を複数の分岐するような素子が不可欠であり、光導波路デバイス素子として 8 分岐、16 分岐、32 分岐等の光スプリッタが実現されている。

【0003】 例えば、光スプリッタの一例として、図 9 に示すような、スラブ型 16 分岐スプリッタがある。図

9 に示すスラブ型 16 分岐スプリッタ 10 は、基板 1 上に導波路パターンを形成したものである。一本の入射導波路 11 とスラブ導波路 12 が接続され、スラブ導波路 12 の入射導波路 11 と反対側には出射導波路 13 が 16 本接続された構造になっている。入射導波路 11、スラブ導波路 12 および出射導波路 13 は導波路を構成するコアを示しており、導波路を構成するクラッドは省略して図示されていない（以下に説明する導波路は同じである。）。

10 【0004】 入射導波路 11 には、例えば送信側の光ファイバ（図示せず）が接続されていて通信光が導入されるようになっている。スラブ型 16 分岐スプリッタ 10 の入射導波路 11 に入射した光は、スラブ導波路 12 の入射部に到達しスラブ導波路 12 内に広がりをもって伝搬する。

【0005】 そして出射導波路 13 に到達し、それぞれの出射導波路 13 を通過し出射導波路の出射端 13a から出力される。それぞれの出射導波路 13 の出射端 13a に光出力用の光ファイバ（図示せず）を接続することにより、入射した光通信光と同じ通信光が分配されて取り出される。

【0006】 また、最近では光通信の伝送容量を飛躍的に増加させる方法として、光波長多重通信の研究開発が盛んに行われ、実用化が進みつつある。

【0007】 光波長多重通信は、例えば互いに異なる波長を有する複数の光を多重して伝送させるものである。このような光波長多重通信のシステムにおいては伝送される複数の光を波長ごとに取り出したり、あるいは複数の互いに異なる波長の光を多重するような波長合分波器が不可欠である。

【0008】 この波長合分波器の一例として図 10 に示すようなアレイ導波路型回折格子 20 (AWG ; Arrayed Waveguide Grating) がある。

【0009】 このアレイ導波路型回折格子 20 も前述のスラブ型スプリッタ 10 と同様に基板 1 上に導波路パターンを形成したものである。

【0010】 その導波路パターンは、1 本以上の併設された入射導波路 21 の出射側に、第 1 のスラブ導波路としての入射側スラブ導波路 22 が接続されている。入射側スラブ導波路 22 の出射側には複数の併設されたアレイ導波路 23 が接続され、複数のアレイ導波路 23 の出射側には第 2 のスラブ導波路としての出射側スラブ導波路 24 が接続されている。出射側スラブ導波路 24 の出射側には複数の併設された出射導波路 25 が接続されて形成されている。

【0011】 ここで、アレイ導波路 23 は入射側スラブ導波路 22 から導出された光を伝搬するものであり、互いに異なる長さに形成されている。

【0012】 なお、入射導波路 21 や出射導波路 25 は、例えばアレイ導波路回折格子 20 によって分波され

3

る互いに異なる波長の信号光の数に対応させて設けられるものであり、アレイ導波路23は例えば100本といったように多数設けられるが、同図においては図の簡略化のために各導波路の本数を簡略的に示してある。

【0013】入射導波路21には例えば送信側の光ファイバ（図示せず）が接続されて、波長多重光が導入されるようになっている。入射導波路21を通して入射側スラブ導波路22に導入された光は、その回折効果によって広がって複数の各アレイ導波路23に入射し、各アレイ導波路23を伝搬する。

【0014】この各アレイ導波路23を伝搬した光は出射側スラブ導波路24に達し、さらに出射導波路25に集光されて出力される。ここで、各アレイ導波路23の長さが互いに異なることから、各アレイ導波路23を伝搬した後に個々の光の位相にずれが生じ、このずれ量に応じて収束光の波面が傾き、この傾き角度により集光する位置が決まる。このため波長の異なった光は互いに異なる位置に集光することになり、その位置に出射側導波路を形成することによって波長の異なった光を各波長ごとに異なる出射導波路25から出力できる。

【0015】例えば図10に示すように、1本の入射導波路21から波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , ..., λ_n (n は正数)の波長多重光を入力させると、これらの光は入射側スラブ導波路22で広げられ、アレイ導波路23に到達し、出射側スラブ導波路24を通して前記のごとく波長によって異なる位置に集光され、互いに異なる出射導波路25から出力される。そして各出力導波路の出射端に光出力用の光ファイバ（図示せず）を接続することにより、この光ファイバを介して前記各波長の光が取り出される。

【0016】上記に示した例は波長多重された光を分波する際のアレイ導波路回折格子の働きを示したものであるが、同じアレイ導波路回折格子を用いて上記出射導波路を各波長の光に対する入射導波路として用いることにより、第2のスラブ導波路、アレイ導波路、第1のスラブ導波路を通過、集光し、上記入射導波路に波長多重された光として出力される波長合波器としての機能も有している。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】ところで、光通信において、前記の各入射、もしくは出射導波路を通過する光の強度は同じことが望ましいので、光導波路デバイスの各入射導波路を通して出射導波路に到達する光、もしくは入射導波路から入射し、各出射導波路を通して出射される各々の光の強度は均一であることが必要である。

【0018】すなわち、前記スラブ型16分岐スプリッタ10においては、入射導波路11から入射した1つの信号光が16の出射導波路13に入射される際に、それぞれの出射ポートから出射される信号光の強度が均一であることが必要である。

4

【0019】しかしながら、入射導波路11から入射した光はスラブ導波路部12で回折して広がり出射側の出射導波路13に入射する際、スラブ導波路12中を伝わる光は強度分布を持っており、出射導波路13の中央付近ほど光の強度は強く、両側の周辺部ほど弱い傾向がある。このためスラブ型16分岐スプリッタ10では、中心部分である8～9ポート目の透過損失に比べ、両端の1ポート、16ポートの透過損失は相対的に大きくなり、通常2～3dBの差が生じることになる。この様子をポート別の挿入損失の偏差として示したものが図11であり中心のポートと両端のポートでは約3dBの挿入損失偏差がある。

【0020】図10に示すアレイ導波路格子20についても、アレイ導波路23からスラブ導波路24に光が入射する際、回折する方向により回折効率が異なり光の強度が異なる。そのため、出射導波路25から出射される光の強度には、スラブ型スプリッタと同様にポート依存性があり、その偏差は3～4dBにもなることがある。

【0021】図12は32チャンネルアレイ導波路型回折格子の、各ポート毎の透過光強度と、その波長依存性として示したものである。スラブ型スプリッタの例と同様に、両端のポートにおける透過光の強度は中心付近のポートの透過光強度に比べて小さくなっている。

【0022】このように、挿入損失のポート依存性がある光導波路デバイスを光通信に用いる際には、ポート間の挿入損失の総合偏差を小さくするために、光導波路から出射する光強度が相対的に強くなる入射もしくは出射ポートに対して、光導波路の外部に光の透過損失を生じするようなアッテネーターを取り付け、各ポートの透過損失を制御し、均一化する必要があった。

【0023】このようにスラブ型スプリッタやアレイ導波路型回折格子のようにスラブ導波路を用いた光導波路デバイスでは、両端のポートほど挿入損失が大きくなり、透過光強度のポート間偏差が大きいという問題があった。

【0024】また、このように透過損失が両端のポートほど大きくなるようなデバイスには、透過損失のポート間偏差を抑えるために、各ポートごとにアッテネーターを用いる必要があり、モジュール全体のコストを高騰させモジュールサイズを増大させる要因であった。

【0025】また、透過損失のポート間偏差を抑える方法として、例えば光導波路と光ファイバとの接続部において、導波路コアと光ファイバコアとの中心軸をずらして接続損失を生じさせたり、特開平10-206663に開示されているように、同じく光導波路と光ファイバとの接続部において、光導波路にテーパ部を設け、光導波路と光導波路の接続損失を生じさせるような構造を用いることが知られているが、これらの方法を用いた場合、環境温度が変化した場合や接続部に応力が加わった時に、透過損失が変動し、光通信に悪影響を与えるとい

う問題があった。

【0026】本発明は、上記従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、各ポート間の挿入損失の偏差を任意に、例えば、各ポート間の挿入損失偏差が小さい光導波路デバイスによりモジュール全体のサイズを増大させることなく、また、温度変化や光導波路とファイバ接続部への応力に対し安定した低コストの光導波路デバイスを提供することにある。

【0027】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。

【0028】すなわち、本第1の発明は、基板上に少なくとも2本以上の入射導波路又は少なくとも2本以上の出射導波路を有した光導波路デバイスであって、前記それぞれの入射導波路又は前記それぞれの出射導波路の任意の導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造を設け、前記機能構造により導波路を通過する光の透過率を減少させる構成をもって課題を解決する手段としている。

【0029】また、本第2の発明は、基板上に少なくとも2本以上の入射導波路又は少なくとも2本以上の出射導波路を有し、前記それぞれの入射導波路又は前記それぞれの出射導波路を通過する光の透過率に偏差がある光導波路デバイスであって、前記それぞれの入射導波路又は前記それぞれの出射導波路の任意の導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造を設け、前記機能構造により導波路を通過する光の透過率を変化させて、前記それぞれの入射導波路又は前記それぞれの出射導波路を通過する光の透過率の偏差を低減させる構成をもって課題を解決する手段としている。

【0030】さらに、本第3の発明は、導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造は、導波路を構成するコア中に設けられた所定間隔のギャップ、導波路を構成するコアに設けられた所定長さの狭細導波路、導波路を構成するコアに設けられた内部欠陥、導波路を構成するコアに設けられた段差、導波路を構成するコアに設けられた凹部、導波路を構成するコアに設けられた凸部、導波路を構成するコアに設けられた所定曲率の曲がり部、導波路を構成するコアに設けられたY分岐、導波路を構成するコアに設けられた方向性結合器、導波路を構成するコアに設けられた他の導波路との交差部、導波路を構成するコアに設けられた光を吸収する物質の添加部、導波路を構成するコアに設けられた屈折率の変化部、導波路を構成するクラッドに設けられた屈折率の変化部のいずれか一つ又はそれらの組合せる構成をもって課題を解決する手段としている。

【0031】上記構成の本発明において、例えば本第1の発明においては、それぞれの入射導波路又はそれぞれの出射導波路の任意の導波路中に光の伝送損失を生させ

る機能構造を設けて導波路を通過する光の透過率を減少させることにより、例えば、スラブ型スプリッタやアレイ導波路型回折格子のように複数の入射導波路もしくは出射導波路を持ち、通過する入出射導波路の違いにより、通過する光の透過率に差がある光導波路デバイスにおいて、光の伝送損失を各導波路毎に変化させることによってそれぞれの出射導波路よりの出力光にポート間偏差がある場合にも出力光を一定することが可能となる。またそれぞれの出射導波路よりの出力光をポート間偏差を設けて所定の比率で出力することも可能となる。

【0032】また、上記構成の本第2の発明においては、それぞれの入射導波路又はそれぞれの出射導波路の任意の導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造を設けて導波路を通過する光の透過率を変化させて、それぞれの入射導波路又はそれぞれの出射導波路を通過する光の透過率の偏差を低減させることにより、例えば、スラブ型スプリッタやアレイ導波路型回折格子のように複数の入射導波路もしくは出射導波路を持ち、通過する入出射導波路の違いにより、通過する光の透過率に差がある光導波路デバイスにおいて、光の伝送損失を各導波路毎に変化させることによってそれぞれの出射導波路よりの出力光にポート間偏差がある場合にも一定の出力光を得ることが可能となる。

【0033】即ち、それぞれの入射導波路又はそれぞれの出射導波路に光の伝送損失を生させる機能構造を設けて、元来比較的光の透過率が大きいポートの透過損失を意図的に大きくし、元来比較的光の透過率が小さいポートにおける光強度に合わせることによって、デバイス全体としての透過光強度の偏差を抑え均一な光強度を得ることが可能となる。

【0034】さらに、本第3の発明においては、導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造は、導波路を構成するコア中に設けられた所定間隔のギャップ、導波路を構成するコアに設けられた所定長さの狭細導波路、導波路を構成するコアに設けられた内部欠陥、導波路を構成するコアに設けられた段差、導波路を構成するコアに設けられた凹部、導波路を構成するコアに設けられた凸部、導波路を構成するコアに設けられた所定曲率の曲がり部、導波路を構成するコアに設けられたY分岐、導波路を構成するコアに設けられた方向性結合器、導波路を構成するコアに設けられた他の導波路との交差部、導波路を構成するコアに設けられた光を吸収する物質の添加部、導波路を構成するコアに設けられた屈折率の変化部、導波路を構成するクラッドに設けられた屈折率の変化部のいずれか一つ又はそれらの組合せる構成としたことにより、各ポート間の挿入損失の偏差を任意に、又は偏差が小さい光導波路デバイスを低コストに作成することが可能となり、上記課題が解決される。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面

10

20

30

40

50

に基づいて詳細に説明する。なお、本実施の形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

【0036】図1には、本発明に係る光導波路デバイスの第1実施形態例を適用する一例が示されており、この光導波路デバイスは図9に示したスラブ型16分岐スプリッタ10の出射導波路13部分における光回路を模式的に示したものである。

【0037】同図において、左側はスラブ導波路12、右側は出射導波路13の出射ポート14である。出射導波路13はコアを示していることは前に説明した通りである。本実施の形態例は、同図に示したように所定の出射導波路13について導波路を構成するコアにギャップ31を設けた機能構造とし、そのギャップ31の大きさを制御することによってそれぞれの出射導波路13別に異なった透過損失を設けたものである。

【0038】この各出射ポート14ごとに付加される透過損失は、図11に示した各ポートごとの挿入損失の偏差を消去するために、例えば出射導波路13の第1番目と16番目の出射ポート14にはギャップ31を付加することなく、第2番目と15番目の出射ポート14には約0.8dBの透過損失が生じるようなギャップ31を設けている。第3番目と第14番目の出射ポート14には約1.5dBの透過損失が生じるようなギャップ31を設け、第4番目と第13番目の出射ポート14には2.0dBの透過損失が生じるようなギャップ31を設けている。

【0039】以下順次、第5番目と第12番目の出射ポート14には約2.5dBの透過損失が生じるようなギャップ31を設け、第6番目と第11番目の出射ポート14には約2.8dBの透過損失が生じるようなギャップ31を設け、第7番目と第10番目の出射ポート14には約3.0dBの透過損失が生じるようなギャップ31を設け、第8番目と第9番目の出射ポート14には約3.1dBの透過損失が生じるようなギャップ31を設ける。

【0040】この結果、それぞれの出射ポート14の挿入損失は第1番目と16番目の出射ポート14の透過損失に等しくなり、図2に示すようにそれぞれの出射ポート14毎の総合Lossは一定になり、透過光の強度の偏差が解消される。

【0041】本実施の形態において、透過損失の差は図3の(A)に示すように出射導波路13のギャップ31の距離d1を変化させることにより制御することが可能である。

【0042】すなわち、ギャップ31の距離d1が大きくなればなるほど透過損失は大きくなる。

【0043】本発明に係る光導波路デバイスの第2実施の形態例として、図10に示すアレイ導波路型回折格子20においても、第1実施の形態例のスラブ型16分岐スプリッタ10と同様にそれぞれの出射導波路25ごとにギャップを設けることにより、それぞれの出射ポート

間の挿入損失の偏差を解消することができる。

【0044】なお、上記の実施の形態において、導波路に透過損失を付加する機能構造として導波路を構成するコアにギャップを設けた例について説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されることはなく様々な実施の形態を採り得る。

【0045】図3の(B)は、導波路13を構成するコアの一部を狭くし、狭細導波路32とした例である。コアの幅d2及びコアが狭くなる部分の長さd3を制御することにより透過損失を制御することが可能である。

【0046】図3の(C)は、導波路13を構成するコアの一部に欠陥部33を設けた例であり、欠陥のサイズs1を制御することにより透過損失を制御することが可能である。

【0047】図4の(D)は、導波路13を構成するコアの一部に広がり部34を設け、その広がった導波路の一部に結合するように導波路13を接合することによって透過損失を発生させた例である。導波路の広がりを制御することにより透過損失を制御することが可能である。なお、広がり部34から結合する導波路13は同図の様にギャップ31を設け、そのギャップ31の距離の制御を行うことにより複合的に透過損失の制御を行っても良いし、図4の(E)の様にギャップを設けずに接合しても透過損失を制御することが可能である。

【0048】図4の(F)は、導波路13を構成するコアに段差35を設けた例である。段差35を境にした各々のコアの中心線のずれd4を制御することにより透過損失を制御することが可能である。なお、このコアのずれ部は、図5の(G)の段差35の様にある程度の距離を経ながら変化していても良い。

【0049】図5の(H)は、導波路13を構成するコアにY分岐36を設け、分岐された片方の導波路13のみを使用する例であり、中心線のずれd5を制御することにより、透過損失を制御することが可能である。

【0050】図5の(I)は、導波路13を構成するコアに曲がり部37を設けた例であり、曲がり部37の曲率半径r1及び曲がり全体の長さを制御することにより、透過損失を制御することが可能である。

【0051】図6の(J)、(K)および(L)は、導波路13を構成するコアに凸部38、凸部39、凸部40を設けた例である。凸部の大きさs2~s4を制御することにより、透過損失を制御することが可能である。なお、(J)は凸部38がコアの両側に付加した例、

(K)は凸部39がコアの片側にのみ付加した例、

(L)は凸部40が三角状の形状の例であり、その他図に示した形状以外でも良い。

【0052】図7の(M)は、導波路13を構成するコアに凹部41を設けた例である。凹部41の大きさs5を制御することにより、透過損失を制御することが可能である。この凹部41の形状は図6の(J)、(K)およ

び(L)に示した凸部の形状と同様に、コアの片側でも両側でも良く、その形状は限定されない。

【0053】図7の(N)は、導波路13中に方向性結合器42を設けた例である。この方向性結合器42により光が隣接して設けたダミー導波路43に漏れていき、必要とする導波路13を通過する光の強度が減少する。この例においては方向性結合器42におけるコア間の距離d6、結合させる部分の長手方向の距離d7を制御することにより、透過損失を制御することが可能である。この方向性結合器42は接合する導波路に光を漏洩させることが目的なので、図7の(O)の様に隣接するダミー導波路44は透光する導波路13の幅よりも細くても良く長さも接合する部分のみでも良い。この例もコア間の距離d8及び長手方向の結合距離d9を制御することにより透過損失を制御することが可能である。

【0054】図8の(P)は、導波路13を構成するコアに他の導波路45との交差部46を設けた例である。交差部46の交わり角度a2を制御することにより、透過損失を制御することが可能である。

【0055】図8の(Q)は、導波路13を構成するコア中に屈折率の異なる部分47を設けた例である。屈折率の変化部分47で透過損失が生じる現象を利用したものである。この例では、屈折率差を変化させること、及びその変化の回数を制御することにより、透過損失を制御することが可能である。

【0056】また、この屈折率の変化は導波路13を構成するクラッド中に設けても良い。この例の場合、屈折率がコアの屈折率と近づくと、クラッドに漏れる光強度が増大し、コアを通過する光には損失が生じることになる。このクラッドの屈折率及びその長さを制御することにより透過損失を制御することが可能である。

【0057】図8の(R)は、導波路13を構成するコア中に光を吸収する物質を添加した添加部48を設けた例である。光を吸収する物質としては、例えばエルビウム元素を添加することにより、ある波長の光は吸収され透過損失が生じる。この例では、添加する光を吸収する物質の種類及び濃度を制御することにより透過損失を制御することが可能である。

【0058】なおまた、上記の実施の形態において、導波路に透過損失を付加する機能構造は出射導波路に設けた例について説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されることはなく様々な実施の形態を採り得る。

【0059】本発明に係る光導波路デバイスの他の実施の形態例として、波長合波デバイスがある。波長合波デバイスは、図10に示すアレイ導波路型回折格子20を使用するものである。波長合波デバイスは、アレイ導波路回折格子20の出射導波路25を各波長の光に対する入射導波路として用い、それぞれの出射導波路25より入力された光は、第2のスラブ導波路24、アレイ導波路23、第1のスラブ導波路22を通過、集光し、入射

導波路21に波長多重された光として出力される波長合波器としての機能する。この例の場合、導波路に透過損失を付加する機能構造は入射導波路、即ちアレイ導波路型回折格子20の出射導波路25に設けられることになる。

【0060】本実施の形態の場合、それぞれの入射導波路、即ちアレイ導波路型回折格子20の出射導波路25に透過損失を付加する機能構造、例えばギャップ31を設けることにより、入射ポート間の挿入損失の偏差を解消することができる。

【0061】

【発明の効果】本第1の発明によれば、それぞれの入射導波路又はそれぞれの出射導波路の任意の導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造を設けて導波路を通過する光の透過率を減少させることにより、例えば、スラブ型スプリッタ、アレイ導波路型回折格子、波長合波デバイスのように複数の入射導波路もしくは出射導波路を持ち、通過する入射導波路の違いにより、通過する光の透過率に差がある光導波路デバイスにおいて、光の伝送損失を各導波路毎に変化させることによってそれぞれの出射導波路よりの出力光にポート間偏差がある場合にも出力光を一定することができる。またそれぞれの出射導波路よりの出力光をポート間偏差を設けて所定の比率で出力することもできる。光の伝送損失を生させる機能構造は光導波路デバイスの基板内に設けられているので、光導波路デバイスの外部に各ポート毎にアッテネータのような光部品を取りつけることがないので、全体のモジュールサイズを増大させることなく、低コストに作成することができる。

【0062】また、上記構成の本第2の発明によれば、それぞれの入射導波路又はそれぞれの出射導波路の任意の導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造を設けて導波路を通過する光の透過率を変化させて、それぞれの入射導波路又はそれぞれの出射導波路を通過する光の透過率の偏差を低減させることにより、例えば、スラブ型スプリッタやアレイ導波路型回折格子のように複数の入射導波路もしくは出射導波路を持ち、通過する入射導波路の違いにより、通過する光の透過率に差がある光導波路デバイスにおいて、光の伝送損失を各導波路毎に変化させることによってそれぞれの出射導波路よりの出力光にポート間偏差がある場合にも一定の出力光を得ることができる。

【0063】即ち、それぞれの入射導波路又はそれぞれの出射導波路に光の伝送損失を生させる機能構造を設けて、元来比較的光の透過率が大きいポートの透過損失を意図的に大きくし、元来比較的光の透過率が小さいポートにおける光強度に合わせることによって、デバイス全体としての透過光強度の偏差を抑え均一な光強度を得ることができる。光の伝送損失を生させる機能構造は光導波路デバイスの基板内に設けられているので、光導波路

デバイスの外部に各ポート毎にアッテネータのような光部品を取りつけることがないので、全体のモジュールサイズを増大させることなく、低コストに作成することができる。

【0064】さらに、本第3の発明によれば、導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造は、導波路を構成するコア中に設けられた所定間隔のギャップ、導波路を構成するコアに設けられた所定長さの狭細導波路、導波路を構成するコアに設けられた内部欠陥、導波路を構成するコアに設けられた段差、導波路を構成するコアに設けられた凹部、導波路を構成するコアに設けられた凸部、導波路を構成するコアに設けられた所定曲率の曲がり部、導波路を構成するコアに設けられたY分岐、導波路を構成するコアに設けられた方向性結合器、導波路を構成するコアに設けられた他の導波路との交差部、導波路を構成するコアに設けられた光を吸収する物質の添加部、導波路を構成するコアに設けられた屈折率の変化部、導波路を構成するクラッドに設けられた屈折率の変化部のいずれか一つ又はそれらの組合せる構成としたことにより、各ポート間の挿入損失の偏差を任意に、又は偏差が小さい光導波路デバイスを低コストに作成することができる。

【0065】また、温度変化や光導波路とファイバ接続部への応力に対し安定した低コストの光導波路デバイスとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光導波路デバイスの第1の実施の形態を示した主要部の模式構成図である。

【図2】上記第1の実施の形態例を適用した場合のポート間の総合ロスと適用しない場合のポート間のロスを示すグラフである。

【図3】(A)、(B)、(C)は、本発明に係る光導波路デバイスに適用される導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造のそれぞれの例を示す主要部の模式構成図である。

【図4】(D)、(E)、(F)は、本発明に係る光導波路デバイスに適用される導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造のそれぞれの例を示す主要部の模式構成図である。

【図5】(G)、(H)、(I)は、本発明に係る光導波路デバイスに適用される導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造のそれぞれの例を示す主要部の模式構成図である。

【図6】(J)、(K)、(L)は、本発明に係る光導波路デバイスに適用される導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造のそれぞれの例を示す主要部の模式構成

図である。

【図7】(M)、(N)、(O)は、本発明に係る光導波路デバイスに適用される導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造のそれぞれの例を示す主要部の模式構成図である。

【図8】(P)、(Q)、(R)は、本発明に係る光導波路デバイスに適用される導波路中に光の伝送損失を生させる機能構造のそれぞれの例を示す主要部の模式構成図である。

10 【図9】従来の光導波路デバイスの一つであるスラブ型スプリッタを示す模式構成図である。

【図10】従来の光導波路デバイスの一つであるアレイ導波路型回折格子を示す模式構成図である。

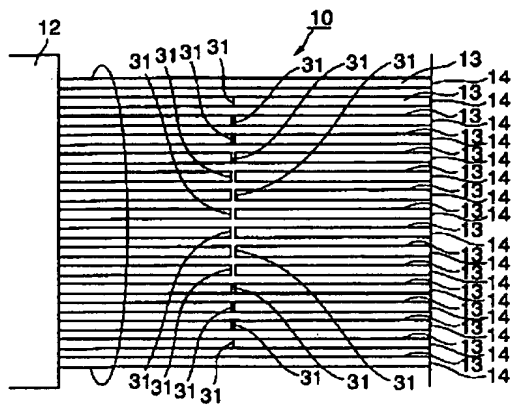
【図11】従来の光導波路デバイスの一つであるスラブ型スプリッタのポート依存性を示す示すグラフである。

【図12】従来の光導波路デバイスの一つであるアレイ導波路型回折格子の各ポート毎の透過光強度と波長依存性を示す示すグラフである。

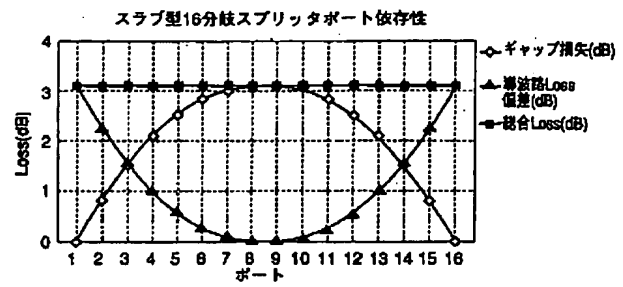
【符号の説明】

- 20 1 基板
- 10 スラブ型16分岐スプリッタ
- 11 入射導波路
- 12 スラブ導波路
- 13 出射導波路
- 20 アレイ導波路型回折格子
- 21 入射導波路
- 22 入射側スラブ導波路
- 23 アレイ導波路
- 24 出射側スラブ導波路
- 30 25 出射導波路
- 31 ギャップ
- 32 狭細導波路
- 33 コアの欠陥部
- 34 コアの広がり部
- 35 段差
- 36 Y分岐段差
- 37 曲がり部
- 38 凸部
- 39 凸部
- 40 40 凸部
- 41 凹部
- 42 方向性結合器
- 46 交差部
- 47 屈折率の変化部分
- 48 光を吸収する物質を添加した添加部

【図1】



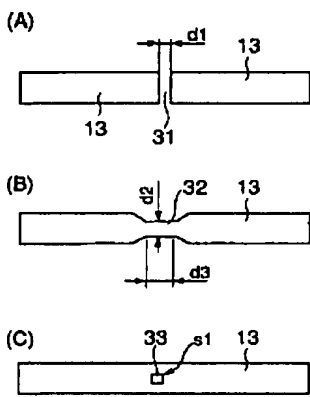
【図2】



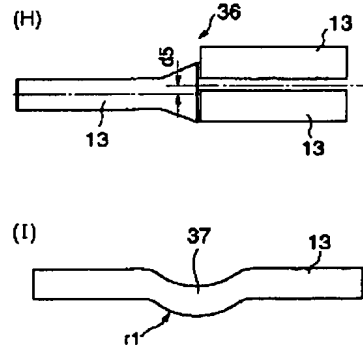
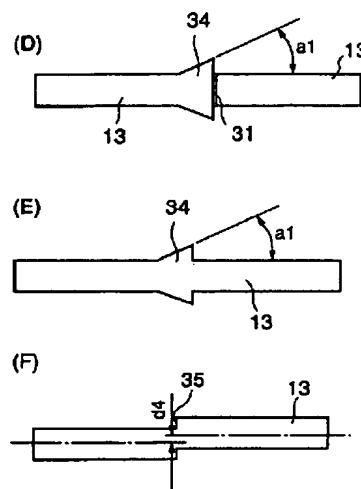
【図5】



【図3】

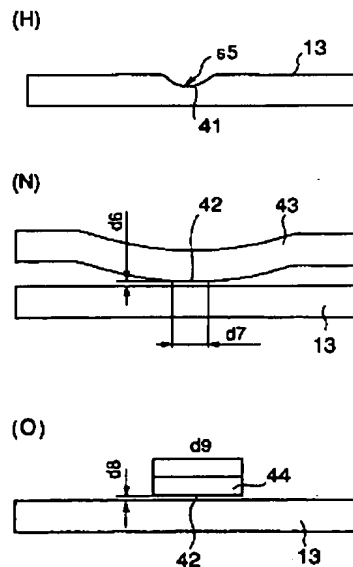
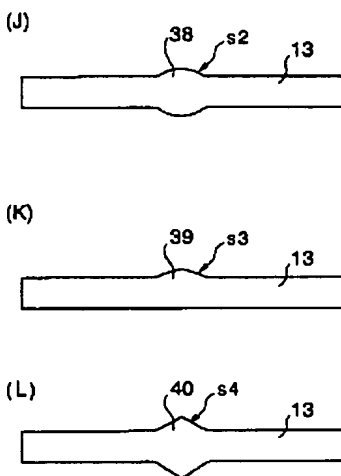


【図4】

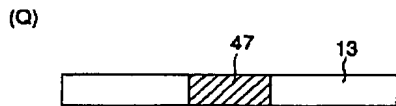
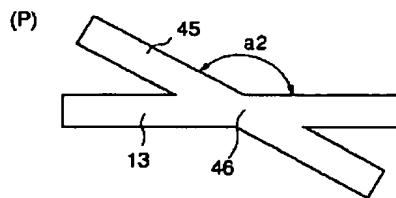


【図7】

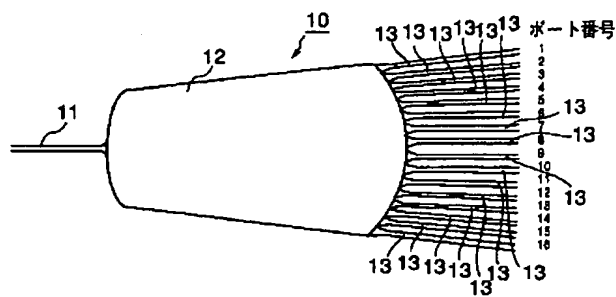
【図6】



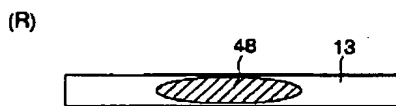
【図 8】



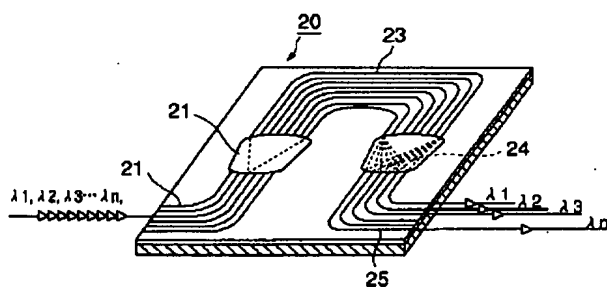
【図 9】



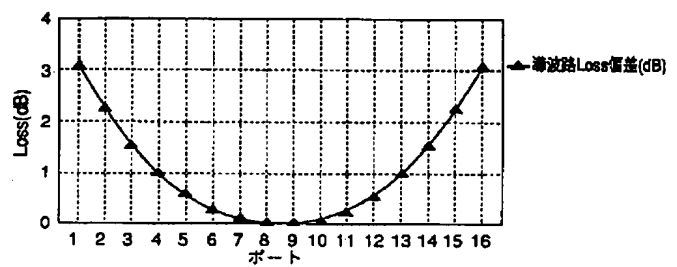
【図 11】



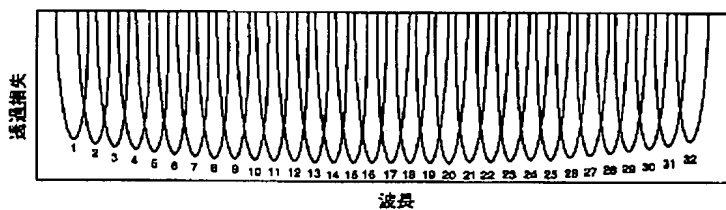
【図 10】



スラブ型16分岐スプリッタポート依存性



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 完二
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

Fターム(参考) 2H047 KA02 KA04 KA11 LA12 MA05
RA08 TA11
5K002 BA02 BA07